

Method of all-round scanning a material defect by means of a switched array with high-frequency signal processing

Patent number: DE3236017
Publication date: 1984-03-29
Inventor: SCHMITZ VOLKER (DE)
Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)
Classification:
- **international:** G01N29/06; G01N29/11; G01N29/26; G01S7/52;
G01N29/04; G01N29/06; G01N29/26; G01S7/52; (IPC1-
7); G01N29/04
- **european:** G01N29/06C; G01N29/11; G01N29/26E; G01S7/52S2B
Application number: DE19823236017 19820929
Priority number(s): DE19823236017 19820929

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3236017

The invention relates to a method of all-round scanning a material defect by means of a switched array with high-frequency signal processing to detect defects in materials by means of ultrasound, in which method a) an array test head is switched in different positions, b) the transit time is measured, c) allowing for the specific sound velocity, d) the amplitudes of the signals are measured and e) the intensity is determined from said signals and the intensity distribution is displayed, for example, on a display screen. This method makes it possible to describe the edges of voluminous or crack-type defects.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑧ EUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑧ **Patentschrift**
⑪ DE 3236017 C2

⑥ Int. Cl. 3:
G 01 N 29/04

⑧ Aktenzeichen: P 32 36 017.7-52
⑧ Anmeldetag: 29. 9. 82
⑧ Offenlegungstag: 29. 3. 84
⑧ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 31. 10. 84

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑧ Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

⑧ Erfinder:

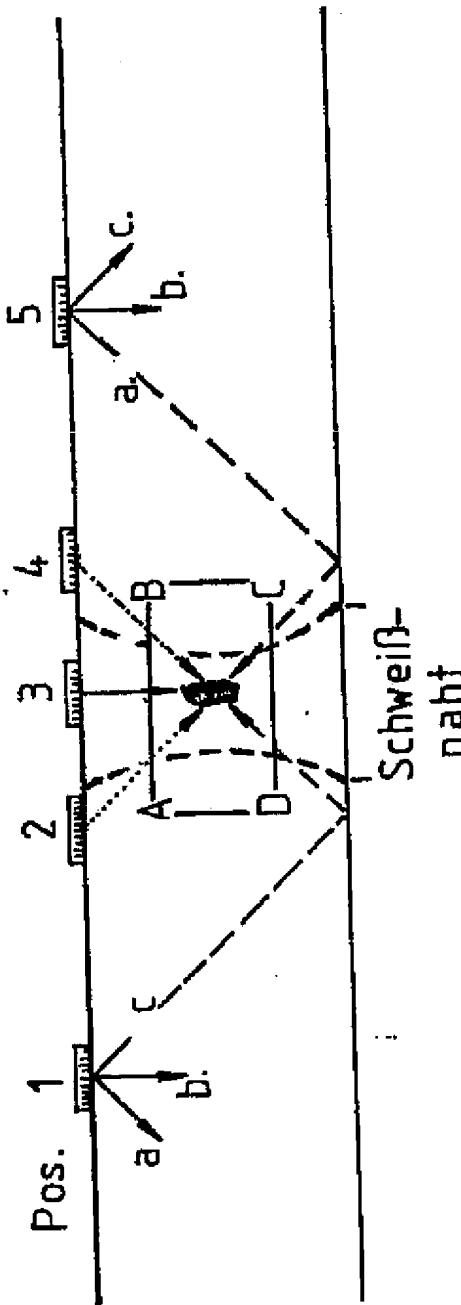
Schmitz, Volker, 6600 Saarbrücken, DE

⑧ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS 30 10 293
DE-OS 29 21 469
DE-Z.: Fachberichte Hütten-Praxis Metallweiterverarbeitung, 18.Jhg., H.8/80, S.582-588;
DE-Z.: Materialprüfung, 19. 1977, Nr.7, Juli;

⑧ Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes

DE 3236017 C2



Position	Wellenart	Einschallrichtung	Rückwandreflektion
1	trans.	$c_c = +45^\circ$	ja
2	trans.	$c_c = +45^\circ$	nein
3	long.	$b_c = 0^\circ$	nein
4	trans.	$a_c = -45^\circ$	nein
5	trans.	$a_c = -45^\circ$	ja

Patentansprüche:

1. Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes, bei dem mittels einer Anordnung von entlang der Schnittlinie zwischen der Werkstückoberfläche und der im rechten Winkel zu dieser verlaufenden Einschallebene geführten Ultraschallwandlern unter einer Vielzahl von vorbestimmbaren Abstrahlrichtungen von vorgegebenen Positionen ausgehend Ultraschallimpulse zur Erzeugung eines B-Bildes in das zu prüfende Werkstück eingeschallt werden und bei dem nach Erfassung der Amplituden und Laufzeiten der unterschiedliche Wege im Werkstück durchlaufenden Echosignale die Laufzeiten gemessen und aufgezeichnet werden, dadurch gekennzeichnet, daß

- für jede Position der Ultraschallwandleranordnung durch Ändern der Ansteuerung seines Arrayprätkopfes die Abstrahlrichtung variiert wird und die aus der jeweiligen Richtung empfangenen Echosignale als hochfrequente und demodulierte Signale erfaßt und als positive und/oder negative Amplitudewerte in einem ersten Speicher gespeichert werden, daß
- zur Fehlerdrendrekonstruktion für jede vorgegebene Position der Ultraschallwandleranordnung für alle vorgegebenen Abstrahlrichtungen die möglichen Laufzeiten für den Hin- und Rückweg zu allen Orten innerhalb eines in der Einschallebene liegenden Fehlererwartungsbereiches unter Berücksichtigung der an der Werkstück-Rückwand möglichen Reflexionen berechnet werden und die bei gleichen Meßbedingungen gemessene Laufzeit über Laufzeitvergleich dem jeweiligen Reflexionsort zugeordnet wird, daß
- jedem Ort des Fehlererwartungsbereiches ein Speicherplatz eines zweiten Speichers zugeordnet wird, daß
- die von jedem Reflexionsort im Fehlererwartungsbereich in die jeweiligen Empfangsorte der Ultraschallwandleranordnung bei den verschiedenen Positionen und Abstrahlrichtungen reflektierten und im ersten Speicher gespeicherten hochfrequenten und demodulierten Echosignale in einem dem jeweiligen Ort zugeordneten Speicherplatz des zweiten Speichers aufsummiert werden und daß
- nach dem Abspeichern und Aufsummieren der an mehreren Positionen empfangenen Echosignale im zweiten Speicher der Inhalt dieses Speichers als Intensitätsverteilung entsprechend der Zuordnung der Speicherplätze zu den Orten des Fehlererwartungsbereiches auf einer Bildanzeigeeinrichtung wiedergegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Position drei Abstrahlrichtungen mit Winkeln von +45°, 0° und -45° bezüglich des Lotes auf die Werkstückoberfläche vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die bei der senkrechten Abstrahlrichtung erzeugten Longitudinalwellen deren höhere Schallgeschwindigkeit bei der Laufzeitberech-

nung für die Wege zum Fehlererwartungsbereich berücksichtigt wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einem derartigen, aus der DE-OS 29 21 469 bekannten Verfahren werden die Ultraschallwandler nacheinander an einen Impulsgenerator angeschaltet und die jeweiligen Ultraschallechosignale einer Signalaufbereitungsschaltung zugeführt, in der ein Schwellwertdetektor vorgesehen ist, der dann anspricht, wenn die Amplitude des gleichgerichteten hochfrequenten Echosignals einen vorher festgelegten Schwellenwert überschreitet. Die für solche Echosignale berechneten Laufzeiten werden für die Berechnung einer axialen Stratigraphie oder Tomographie verwendet, um schließlich aus den Laufzeitprofilen eine Abbildung der Spannungsanhäufungen in dem geprüften Werkstück zu erhalten.

Es ist allgemein bekannt, daß Fehler in Schweißnähten, im ferritischen oder austenitischen Grundmaterial von Rohrleitungssystemen, Pumpengehäusen, Behältern, Halbzeugen oder sonstigen Komponenten zerstörungsfrei mit Ultraschallwellen im Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 10 MHz geprüft werden. Je nach Fehlerorientierung werden hierbei entweder senkrecht Longitudinalwellen oder unter verschiedenen Einschallwinkeln, beispielsweise 45°, 60° und 70°, Transversalwellen eingeschallt. Im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung von Reaktorkomponenten wird bisher ein Multiprätkopfsystem eingesetzt, das verschiedene Prüfköpfe in unterschiedlichen Funktionen, d. h. Impulseecho, Impulseecho über einen halben Sprung bzw. in Tandemanordnung, einsetzt. Der Grund für diese verschiedenen Prüftypen liegt darin, daß unterschieden werden muß, ob ein Fehler röhrtig bzw. voluminos ist und andererseits eine Fehlergrößenbestimmung von voluminösen Fehlern nur dann erfolgen kann, wenn dieser Einschluß nicht nur von der Oberfläche aus unmittelbar angeschallt wird, sondern auch über die Reflexion an der Rückwand von der Unterseite her. Die Auswertung aller dieser Prüffunktionen erfolgt bei den bekannten üblichen Verfahren getrennt, wobei aus der Messung der empfangenen Amplitude des gleichgerichteten Echosignals auf die Fehlergröße zurückgeschlossen wird und aus der Kombination der verschiedenen Prüffunktionen auf die Fehlerart, wie röhrtig senkrecht zur Oberfläche oder auch voluminos.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen zu schaffen, das es gestattet, die Form eines im Werkstoff eingeschlossenen Fehlers mit hoher Auflösung sichtbar zu machen.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung gestaltet es in vorteilhafter Weise, innerhalb des Vielfachprätkopfsystems, das aus bis zu 10 verschiedenen Prüfköpfen und mehr bestehen kann, durch einen einzigen Ultraschallwandler mit einem Arrayprätkopf zu ersetzen. Der Arrayprätkopf des Ultraschallwandlers wird so angesteuert, daß dieser die verschiedenen Prüffunktionen übernehmen kann. Von besonderem Vorteil ist es, daß bei der Erfindung eine veränderte Signalverarbeitung stattfindet, bei der nicht

32 36 017

3

das gleichgerichtete Signal, sondern das ursprüngliche hochfrequente Signal registriert und phasenrichtig unabhängig von der Prüffunktion und der Prüfart zum Fehlerbild aufaddiert wird, wodurch eine bisher noch nicht erzielbare Fehlerrandbeschreibung voluminöser und rißartiger Fehler mit einem axialen und lateralen Auflösevermögen von 1 Ultraschallwellenlänge ermöglicht wird.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfundung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfundung wird nachstehend anhand der in der Figur der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert.

Der als Arrayprüfkopf ausgebildete Ultraschallwandler wird mittels eines üblichen Manipulators entlang der Oberfläche des zu prüfenden Werkstückes bewegt. Unter der Annahme, daß das zu prüfende Gebiet, d. h. der Fehlererwartungsbereich, sich im in der Zeichnung veranschaulichten Bereich ABCD befindet, wird der Prüfkopf in Position 1 derart getaktet, d. h. mit Taktimpulsen angesteuert, daß unter $+45^\circ$, d. h. in Richtung c eine Transversalwelle abgestrahlt wird. Diese beschallt nach einer Reflexion an der Rückwand ($\frac{1}{2}$ Sprung) einen im Gebiet ABCD vorhandenen Fehler von unten. Das reflektierte Signal wird wiederum an der Rückwand reflektiert und das Fehlerchosignal schließlich vom Prüfkopf in Pos. 1 empfangen.

Befindet sich der Prüfkopf in Pos. 2, so wird ebenfalls unter 45° , d. h. in Richtung c eine Transversalwelle abgestrahlt, die jedoch jetzt das fehlerhafte Gebiet, d. h. den Fehlererwartungsbereich, unmittelbar beschallt. Das reflektierte Signal wird wiederum vom Prüfkopf in Pos. 2 empfangen. In Pos. 3 befindet sich das fehlerhafte Gebiet senkrecht unter dem Prüfkopf. Daher wird nun das Array derart geschaltet, daß es senkrecht, d. h. in Richtung b Longitudinalwellen abstrahlt, die wiederum reflektiert zum Prüfkopf zurückgelangen. Aufgrund der höheren Schallgeschwindigkeit der Longitudinalwelle im Vergleich zur Transversalwelle entstehen kürzere Laufzeiten, die bei der Fehlerrekonstruktion softwaremäßig automatisch berücksichtigt werden. In Pos. 4 werden unter -45° , d. h. in Richtung a Transversalwellen abgeschallt, die nach direkter Reflexion an der Rückwand den Fehlererwartungsbereich beschallen. Über den gleichen Weg wird das Echosignal wieder empfangen. Die hochfrequenten Echosignale werden nun entweder mittels eines linearen Vorverstärkers über einen logarithmischen Verstärker zur Dynamikkompression vorverstärkt und gelangen über einen Transientenrekorder auf ein Speichermedium eines Computers, das entweder eine Platte oder ein Magnetband sein kann.

Zur Fehlerrekonstruktion wird nun in einem zweiten Schritt von Prüfkopfstation 1 aus die Laufzeit über die Reflexion an der Rückwand zu jedem Punkt des Gebietes ABCD berechnet und die entsprechende Amplitude des gespeicherten Hochfrequenzsignals zu jedem entsprechenden Speicherplatz abgelegt. Hierbei wird die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenart, in diesem Falle Transversalwellen, automatisch berücksichtigt. In Pos. 2 wird die Laufzeit auf direktem Weg zu jedem Punkt des Fehlererwartungsbereichs ABCD berechnet und die entsprechenden Amplituden zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddiert. Auch hier wird die Schallgeschwindigkeit der Transversalwelle eingesetzt. In Pos. 3 hingegen muß die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Longitudinalwelle berücksichtigt werden, um die korrekten Amplitudenwerte des Hochfrequenzsignals zu den entsprechenden Speicher-

4

plätzen hinzuaddieren zu können. In Pos. 4 und Pos. 5 wird ähnlich zu Pos. 2 und Pos. 1 die Berechnung durchgeführt. Bei allen Prüfkopfpositionen 1 bis 5 kann zur Verringerung der Rechenzeiten die Begrenzung des Schallbündels berücksichtigt werden, da es vorkommen kann, daß an bestimmten Prüfkopfpositionen nicht das gesamte Gebiet ABCD sondern nur Teile davon beschallt werden. Die Positionen 1 bis 5 stehen stellvertretend für größere Bereiche, während der eine Prüfart aufrechterhalten werden kann, z. B. Pos. 1 mit der Prüfart Richtung c kann so lange verschoben werden, wie der von der Rückwand reflektierte Signal das Gebiet ABCD beschallt. Entsprechendes gilt für die Positionen 2 bis 5. Selbstverständlich kann auch von der gleichen Prüfkopfposition nicht nur eine Prüfart, sondern alle möglichen Prüfarten erzeugt werden. In dem beschriebenen Beispiel waren es -45° , 0° und $+45^\circ$. Die beschriebene Methode ist jedoch auch anwendbar für alle anderen möglichen Winkel im Bereich von -90° bis $+90^\circ$.

Nachdem sämtliche gespeicherte Signale ausgewertet worden sind, erfolgt im Bereich ABCD eine Umwandlung der hochfrequenten Fehlersignale in Videosignale, d. h. in Intensitäten nach an sich bekannter Art. Das Ergebnis ist eine Intensitätsverteilung, die den Rand eines Werkstofffehlers exakt beschreibt. Aufgrund der beschriebenen Auswertung der hochfrequenten Signale ist die Fehlerbeschreibung automatisch verbunden mit einem lateralen und axialen Auflösevermögen von 1 Ultraschallwellenlänge.

Ebenfalls von Vorteil ist die Eigenschaft der hochfrequenten Signalmittelung, die dadurch entsteht, daß viele hochfrequente Signale in den entsprechenden Speicherplätzen aufsummiert werden, bevor sie zu Intensitäten umgewandelt werden. Hierdurch ist die beschriebene Methode nicht nur für schwach streuende Materialien, wie Ferrite, sondern auch für stark streuende bzw. absorbierende Materialien, wie Austenite bzw. Gußmaterial, besonders geeignet.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



⑯ Aktenzeichen: P 32 36 017.7
⑰ Anmeldetag: 29. 9. 82
⑱ Offenlegungstag: 29. 3. 84

DE 32 36 017 A 1

⑤ Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

⑥ Erfinder:

Schmitz, Volker, 6600 Saarbrücken, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Verfahren zur Rundumtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array bei hochfrequenter
Signalverarbeitung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rundumtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array bei hochfrequenter Signalverarbeitung zur Ermittlung von Fehlern in Werkstoffen mittels Ultraschall, wobei a) ein Array-Prüfkopf in verschiedenen Positionen getaktet wird, b) die Laufzeit gemessen wird, c) unter Berücksichtigung der speziellen Schallgeschwindigkeit, d) die Amplituden der Signale gemessen werden, e) aus diesen Signalen die Intensität ermittelt und die Intensitätsverteilung z. B. auf einem Bildschirm wiedergegeben wird. Mit Hilfe des Verfahrens ist es möglich, die Ränder von voluminösen oder rillartigen Fehlern zu beschreiben.

DE 32 36 017 A 1

1.)

Verfahren zur Rundumabtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array und hochfrequenter Signalverarbeitung dadurch gekennzeichnet, daß

- a) ein Array-Prüfkopf an verschiedenen Prüfkopfpositionen zu verschiedenen Prüffunktionen getaktet wird,
- b) daß die Laufzeit entsprechend der Prüffunktion zu dem fehlerhaften Gebiet bzw. über die Reflexion an der Rückwand zu dem fehlerhaften Gebiet hin und zurück berechnet wird,
- c) daß die unterschiedliche Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenarten Transversalwelle bzw. Longitudinalwelle automatisch berücksichtigt wird,
- d) daß die Amplituden der gespeicherten hochfrequenten Signale entsprechend den berechneten Laufzeiten für alle Punkte eines fehlerhaften Gebietes und für alle Prüfkopfpositionen auf zugeordnete Speicherplätze aufaddiert werden,
- e) daß aus diesen so gebildeten Signalen nach bekannter Art das Video-Signal bzw. die Intensität gebildet wird,
- f) daß die Intensitätsverteilung wiedergegeben auf einem Bildschirm bzw. Plotter eine exakte Rundumbeschreibung eines Werkstofffehlers bzw. einer Ansammlung von Werkstofffehlern wiedergibt.

2.) dadurch gekennzeichnet, daß wahlweise Transversalwellen - bzw. Longitudinalwellen erzeugt werden können,

- 3.) dadurch gekennzeichnet, daß nicht nur ein Linearverstärker als Vorverstärker eingesetzt werden kann, sondern zur Dynamikkompression auch logarithmische Verstärker verwendet werden können,
- 4.) dadurch gekennzeichnet, daß von einer Prüfkopfposition nicht nur eine Prüfart Impulsecho unter verschiedenen Winkeln bzw. auch unter verschiedenen Winkeln nach Reflexion über die Rückwand wahlweise erzeugt werden können, sondern daß auch von einer festen Prüfkopfposition beliebig viele Prüfarten abgestrahlt werden können,
- 5.) dadurch gekennzeichnet, daß das zu prüfende Bauteil nicht notwendigerweise eben sein muß, sondern daß es auch aus gekrümmten Oberflächen bestehen kann und daß die Wanddicke des zu prüfenden Bauteils nicht notwendigerweise planparallel sein muß, sondern daß sich die Wandstärke auch stetig ändern kann

3236017
82/15652

Fraunhofer-Gesellschaft - 3 -

zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
Leonrodstraße 54, 8000 München 19

VERFAHREN ZUR RUNDUMABTASTUNG EINES WERKSTOFFFEHLERS MITTELS
GETAKTETEM ARRAY BEI HOCHFREQUENTER SIGNALVERARBEITUNG

Fehler in Schweißnähten, im ferritischen oder austenitischen Grundmaterial von Rohrleitungssystemen, Pumpengehäusen, Behältern, Halbzeugen oder sonstigen Komponenten werden zerstörungsfrei mit Ultraschallwellen im Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 10 MHz geprüft. Je nach Fehlerorientierung werden hierbei entweder senkrecht Longitudinalwellen oder unter verschiedenen Einschallwinkeln 45°, 60°, 70° Transversalwellen eingeschaltet. Besonders im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung von Reaktorkomponenten wird ein Multitaktprüfsystems eingesetzt, das verschiedene Prüfköpfe in unterschiedlichen Funktionen, d.h. Impulsecho, Impulsecho über einen halben Sprung bzw. in Tandemanordnung durchtaktet. Der Grund für diese verschiedenen Prüfarten liegt darin, daß unterschieden werden muß, ob ein Fehler rißartig bzw. voluminös ist, und andererseits, eine Fehlergrößenbestimmung von voluminösen Fehlern nur dann erfolgen kann, wenn dieser Einstich nicht nur von der Oberfläche aus unmittelbar angeschaltet wird, sondern auch über die Reflexion an der Rückwand von der Unterseite her. Die Auswertung all dieser Prüffunktionen erfolgt bisher getrennt, wobei aus der Messung der empfangenen Amplitude des gleichgerichteten Signales auf die Fehlergröße zurückgeschlossen wird, und aus der Kombination der verschiedenen Prüffunktionen auf die Fehlerart, wie rißartig senkrecht zur Oberfläche oder auch voluminös.

Die Erfindung betrifft eine Methode, die es gestattet, einerseits das Vielfachprüfkopfsystem, das aus bis zu 10 verschiedenen Prüfköpfen und mehr bestehen kann, zu ersetzen durch einen einzigen Prüfkopf, der taktbar ist in all diesen verschiedenen Prüfkopffunktionen, und eine

- 2 -

- 1 -

veränderte Signalverarbeitung, bei der nicht das gleichgerichtete Signal, sondern das ursprüngliche hochfrequente Signal registriert und phasenrichtig unabhängig von der Prüffunktion und der Prüfart zum Fehlerbild aufaddiert wird, wodurch eine bisher noch nicht erzielbare Fehlerrandbeschreibung voluminöser und rißartiger Fehler mit einem axialen und lateralen Auflösevermögen von 1 Ultraschallwellenlänge ermöglicht wird.

Das Arrayprüfkopf wird mittels eines üblichen Manipulators entlang der Oberfläche des zu prüfenden Bauteiles bewegt. Unter der Annahme, daß das zu prüfende Gebiet sich im Bereich ABCD der Abb.1 befindet, wird der Prüfkopf in Pos. 1 derart getaktet, daß unter $+45^\circ$, d.h. in Richtung c) eine Transversalwelle abgestrahlt wird, derart, daß sie nach Reflexion an der Rückwand (1/2 Sprung) einen im Gebiet ABCD vorhandenen Fehler von unten her beschallt, das reflektierte Signal wird wiederum an der Rückwand reflektiert und das Fehlersignal vom Prüfkopf in Pos.1 empfangen.

Befindet sich der Prüfkopf in Pos.2, so wird ebenfalls unter $+45^\circ$, d.h. in c)-Richtung eine Transversalwelle abgestrahlt, die jedoch jetzt das fehlerhafte Gebiet unmittelbar beschallt. Das reflektierte Signal wird wiederum vom Prüfkopf in Pos. 2 empfangen. In Pos. 3 befindet sich das fehlerhafte Gebiet senkrecht unter dem Prüfkopf. Daher wird nun das Array derart beschaltet, daß es senkrecht, d.h. in b)-Richtung Longitudinalwellen abstrahlt, die wiederum reflektiert zum Prüfkopf zurückgelangen. Aufgrund der höheren Schallgeschwindigkeit der Longitudinalwelle im Vergleich zur Transversalwelle entstehen kürzere Laufzeiten, die bei der Fehlerrekonstruktion softwaremäßig automatisch berücksichtigt werden. In Pos.4 wird unter -45° , d.h. in a)-Richtung Transversalwellen abgeschallt, die nach direkter Reflexion an der Rückwand

beschallt und über den gleichen Weg das Fehlerecho wieder empfangen. Die hochfrequenten Fehler signale werden nun entweder mittels eines linearen Vorverstärkers oder über einen logarithmischen Verstärker zur Dynamikkompression vorverstärkt und gelangen über einen Transientenrekorder auf ein Speichermedium eines Computers, das entweder eine Platte oder ein Magnetband sein kann.

Zur Fehlerrandrekonstruktion wird nun in einem zweiten Schritt von Prüfkopfposition 1 aus die Laufzeit über die Reflexion an der Rückwand zu jedem Punkt des Gebietes ABCD berechnet und die entsprechende Amplitude des gespeicherten HF-Signales auf einem entsprechenden Speicherplatz abgelegt. Hierbei wird die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenart, in diesem Falle Transversalwellen, automatisch berücksichtigt. In Pos. 2 wird die Laufzeit auf direktem Weg zu jedem Punkt des Gebietes ABCD berechnet und die entsprechenden Amplituden zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddiert. Auch hier wird die Schallgeschwindigkeit der Transversalwelle eingesetzt. In Pos. 3 hingegen muß die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Longitudinalwelle berücksichtigt werden um die korrekten Amplitudenwerte des HF-Signales zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddieren zu können. In Pos. 4 und Pos. 5 wird ähnlich zu Pos. 2 und Pos. 1 die Berechnung durchgeführt. Bei allen Prüfkopfpositionen 1 - 5 kann zur Verringerung der Rechenzeiten die Begrenzung des Schallbündels berücksichtigt werden, da es vorkommen kann, daß an bestimmten Prüfkopfpositionen nicht das gesamte Gebiet ABCD, sondern nur Teile davon, beschallt werden. Die Positionen 1 bis 5 stehen stellvertretend für größere Bereiche, während der eine Prüfart aufrecht erhalten werden kann, z.B. Pos. 1 mit der Prüfart c) kann solange verschoben werden, wie das von der Rückwand reflektierte Signal das Gebiet ABCD beschallt. Entsprechendes gilt für Positionen 2 bis 5. Selbstverständlich kann auch von der gleichen Prüfkopfposition nicht mehr eine Prüfart,

- 4 -
- 6 -

sondern alle möglichen Prüfarten erzeugt werden. In dem beschriebenen Beispiel waren es -45° , 0° und $+45^\circ$. Die beschriebene Methode ist jedoch auch anwendbar für alle anderen möglichen Winkel im Bereich von -90° bis $+90^\circ$.

Nachdem sämtliche gespeicherte Signale ausgewertet worden sind, erfolgt im Bereich ABCD eine Umwandlung der hochfrequenten Fehlersignale in Videosignale, d.h. in Intensitäten nach an sich bekannter Art. Das Ergebnis ist eine Intensitätsverteilung, die den Rand eines Werkstofffehlers exakt beschreibt. Aufgrund der beschriebenen Auswertung der hochfrequenten Signale ist die Fehlerbeschreibung automatisch verbunden mit einem lateralen und axialen Auflösevermögen von 1 Ultraschallwellenlänge.

Ebenfalls von Vorteil ist die Eigenschaft der hochfrequenten Signalmitteilung, die dadurch entsteht, daß viele hochfrequente Signale in den entsprechenden Speicherplätzen aufaddiert werden, bevor sie zu Intensitäten umgewandelt werden. Hierdurch ist die beschriebene Methode nicht nur für schwach streuende Materialien, wie Ferrite, sondern auch für stark streuende bzw. absorbierende Materialien, wie Austenite, bzw. Gußmaterial, besonders geeignet.

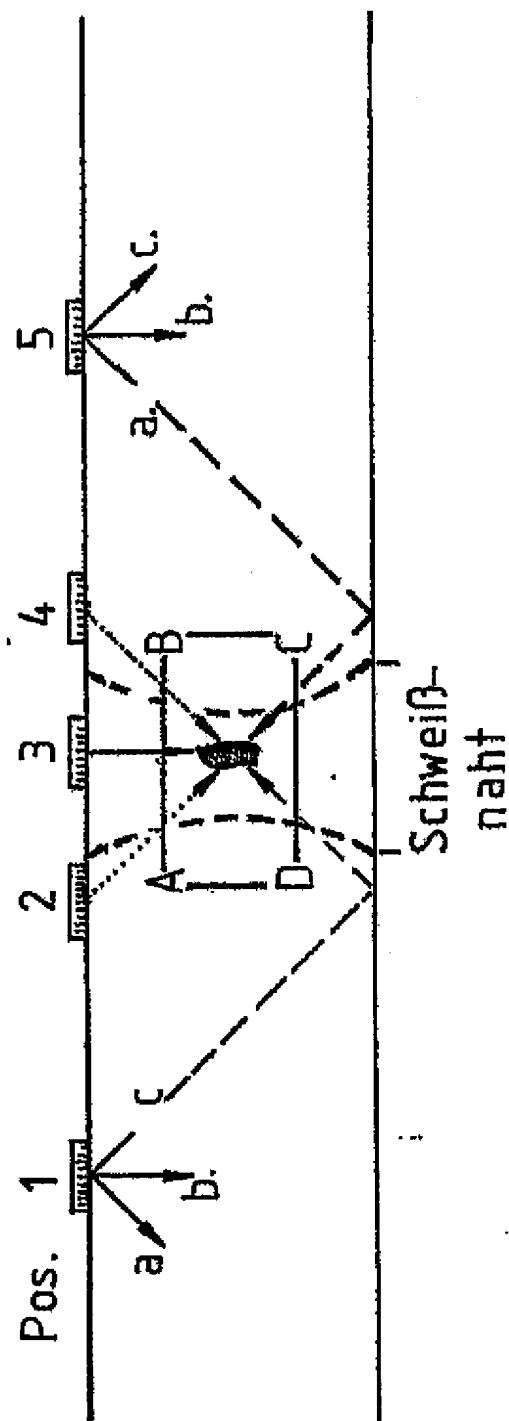
3236017

- 5 -
2

Beschreibung der verfahrensgemäßen Vorrichtung anhand
eines Ausführungsbeispiels.

Abb.1 : Prinzip der Rundumabtastung mittels getaktetem
Array.

Nummer: 32 36 017
 Int. Cl.³: G 01 N 29/04
 Anmeldetag: 28. September 1982
 Offenlegungstag: 28. März 1984



Position	Wellenart	Einschallrichtung	Rückwandreflektion
1	trans.	$c_1 = +45^\circ$	ja
2	trans.	$c_2 = +45^\circ$	nein
3	Long.	$b_3 = 0^\circ$	nein
4	trans.	$a_4 = -45^\circ$	nein
5	trans.	$a_5 = -45^\circ$	ja

Abb. 1